

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2006 Thomson Derwent. All rts. reserv.

007233326

WPI Acc No: 1987-230334/198733

XRPX Acc No: N87-172403

Detecting abnormality in electromagnetic valve current controller - using
proportional control-type EM valve and current controller to control
amount of supplementary air supplied to IC engine whilst idling

Patent Assignee: HONDA GIKEN KK (HOND)

Inventor: SATOH T; YAKUWA M

Number of Countries: 003 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
GB 2186755	A	19870819	GB 873399	A	19870213	198733 B
DE 3704586	A	19870820	DE 3704586	A	19870213	198734
US 4764729	A	19880816	US 8713329	A	19870211	198835
GB 2186755	B	19891108				198945
DE 3704586	C	19900215				199007

Priority Applications (No Type Date): JP 8630111 A 19860214

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 3704586	A		13		
US 4764729	A		13		

Abstract (Basic): GB 2186755 A

An electromagnetic valve (13c) controlling the amount of supplementary air supplied to an engine is controlled by a current controller (15). The value IACT of current flowing through the valve is compared with a predetermined value IACTFS when a control signal DOUTA, which is applied to the controller to regulate the valve, and the value IACT do not exhibit a predetermined correlation.

A disconnection or a short circuit in the electromagnetic valve current controller is indicated depending on whether the value of the current is greater or less than the predetermined value. The proportional control-type value includes a solenoid connected between the power supply and the current controller.

ADVANTAGE - Disconnection and short circuit detected separately, controls rise of engine idling rotational speed.

2/7

Abstract (Equivalent): DE 3704586 C

A fuel injection system for use on an IC engine has an inlet manifold (2) with air regulated by a throttle valve (3) and fuel supplied by injectors (6). An air vent channel (11) is controlled by a valve to supply additional air to the system for tickover. The valve opening is controlled by a solenoid actuator (13). Both fuel injectors and the valve receive inputs from an engine management controller.

The function of the valve is monitored by an electric circuit (15) that is based upon a pair of proportional amplifiers. The current in the solenoid cot is compared with reference values to identify a short circuit or any abnormality.

ADVANTAGE - Allows any fault in valve current regulator to be identified. For use on fuel injection systems. (13pp)

Abstract (Equivalent): GB 2186755 B

A method of detecting an abnormality in an electromagnetic valve current controller of the type in which a power supply, a proportional

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

control-type electromagnetic valve, a current control element for controlling current flowing into said electromagnetic valve in dependence upon a control signal supplied to said current control element by control means to thereby regulate the opening of said electromagnetic valve, and a current sensing element for sensing an actual value of said current flowing into said electromagnetic valve are connected in series to ground, and said control signal supplied to said current control element is controlled in a feedback manner responsive to the actual value of said current sensed by said current sensing element, in a manner such that the actual value of said current approaches a target value of said current that flows into said electromagnetic valve, the method comprising the steps of; (a) determining whether said control signal and the actual value of said current exhibit a predetermined correlation; (b) comparing the actual value of said current with a predetermined value when it is determined that said control signal and the actual value of said current do not exhibit said predetermined correlation; and (c) determining whether said current controller is open or short circuited based on whether the actual value of said current is greater than said predetermined value.p

Abstract (Equivalent): US 4764729 A

The detection method comprises the steps of determining whether the control signal and the actual value of the current flowing into the electromagnetic valve exhibit a predetermined correlation. A value of current flowing into the current sensing element is compared with a predetermined value when it is determined that the control signal and the actual value of the current flowing into the electromagnetic valve do not exhibit predetermined correlation.

It is determined whether the current controller is open or short circuited based on whether the value of the current flowing into the current sensing element is greater than the predetermined value. The predetermined correlation between the control signal and the actual value of the current flowing into the electromagnetic valve is satisfied when the electromagnetic valve current controller is operating normally.

USE - Internal combustion engine. (13pp)d

Title Terms: DETECT; ABNORMAL; ELECTROMAGNET; VALVE; CURRENT; CONTROL; PROPORTION; CONTROL; TYPE; EM; VALVE; CURRENT; CONTROL; CONTROL; AMOUNT; SUPPLEMENTARY; AIR; SUPPLY; IC; ENGINE; IDLE

Index Terms/Additional Words: IDLE

Derwent Class: Q51; Q52; S01; T06; X22; X25

International Patent Class (Additional): F01L-009/04; F02D-041/08;

G01R-031/00; G05B-023/02; G05D-007/06

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): S01-G09; T06-B04B; X22-A03B

?

BEST AVAILABLE COPY

THIS PAGE BLANK (USPTO)

BEST AVAILABLE COPY

① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑪ DE 37 04 586 C2

⑤ Int. Cl. 5:
G 05 B 23/02
F 02 D 41/08

⑳ Aktenzeichen: P 37 04 586.5-32
㉑ Anmeldetag: 13. 2. 87
㉒ Offenlegungstag: 20. 8. 87
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 15. 2. 90

DE 37 04 586 C2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③①
14.02.86 JP P 61-030111

⑦③ Patentinhaber:
Honda Giken Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP

⑦④ Vertreter:
Weickmann, H., Dipl.-Ing.; Fincke, K., Dipl.-Phys.
Dr.; Weickmann, F., Dipl.-Ing.; Hyber, B.,
Dipl.-Chem.; Liska, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Prechtel,
J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000
München

⑦⑤ Erfinder:
Yakuwa, Masahiko; Satoh, Takashi, Wako, Saitama,
JP

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 34 02 759 A1

⑤④ Verfahren zur Detektierung einer Abnormalität bei einem Stromregler für ein elektromagnetisches Ventil

DE 37 04 586 C2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Detektieren einer Abnormalität in einem einem elektromagnetischen Ventil zugeordneten Stromregler gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Elektromagnetische Ventile mit einer Leistungsverhältnis-Regelung werden allgemein als Ventile zum Regeln der einer Brennkraftmaschine zugeführten Zusatzluftmenge verwendet, um dem Leerlaufbetrieb derselben zu regeln. Heutzutage jedoch kommt ein elektromagnetisches Ventil der Proportionalregelbauart (nachstehend bezeichnet als "proportionales elektromagnetisches Ventil") hierzu zum Einsatz, das eine zuverlässigere Regelung ermöglicht. Ein proportionales elektromagnetisches Ventil ist üblicherweise ein im Grundzustand geschlossenes Ventil und enthält einen Ventilkörper, der kontinuierlich seine Öffnungsfläche für den Durchfluß ändern kann. Eine Feder zur Vorbelastung des Ventilkörpers in seine Schließstellung und ein Elektromagnet sind vorgesehen, der bei Erregung den Ventilkörper in Öffnungsrichtung entgegen der Kraft der Feder bewegt. Der dem Elektromagneten zur Erregung zugeführte Strom wird mit Hilfe eines Stromreglers geregelt und die durch den Ventilkörper freigegebene Öffnungsfläche nimmt einen Wert proportional zum zugeführten Strom an.

Es kann passieren, daß der Stromregler für das elektromagnetische Ventil und das Elektromagnet getrennt oder kurzgeschlossen werden. Wenn die beiden voneinander getrennt sind, kann der Elektromagnet nicht länger erregt werden, und der Ventilkörper wird in die Schließstellung des Ventils infolge der Kraft der Feder gedrückt. Wenn andererseits ein Kurzschluß auftritt, fließt der maximale Strom durch den Elektromagneten, so daß der Ventilkörper eine Position einnimmt, in der die Öffnungsfläche maximal ist. Fehlfunktionen dieser Art führen zu sehr schädlichen Auswirkungen auf den Brennkraftmaschinenleerlaufbetrieb. Insbesondere führt der vorstehend genannte Kurzschluß zu einer übergroßen Menge an Zusatzluft zur Regelung des Leerlaufbetriebs, wodurch verursacht wird, daß die Leerlaufdrehzahl der Brennkraftmaschine in abnormer Weise ansteigt.

Aus der DE-OS 34 02 759 ist ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt. Hierbei wird ein Stromregler zum Regeln des durch einen Proportionalmagneten fließenden Stroms für einen Ventilantrieb beschrieben, um mittels Rückkopplung eine Einstellung auf einen gewünschten Wert dadurch zu erhalten, daß der momentan durch den Magneten fließende Strom mit Hilfe eines Meßwiderstands erfaßt wird. Dabei wird ein Kurzschluß dadurch detektiert, daß der Meßwert des Stroms überwacht wird. Wenn ein Kurzschluß auftritt, wird der Strom für eine vorbestimmte Zeitperiode unterbrochen. Ferner wird periodisch eine Überprüfung dahingehend vorgenommen, ob der Kurzschluß nach dem Verstreichen der vorbestimmten Zeitperiode nach wie vor noch vorhanden ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrund, ein Verfahren zum Detektieren einer Abnormalität in einem einem elektromagnetischen Ventil zugeordneten Stromregler der eingangs genannten Art anzugeben, welches sowohl eine Unterbrechung als auch einen Kurzschluß feststellt und zwischen beiden unterscheidet.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1 in Verbindung mit den Merkmalen seines Kennzeichens gelöst.

Der vorbestimmte Zusammenhang zwischen dem Steuersignal und dem momentanen Wert des Stromes ist erfüllt, wenn der Stromregler des elektromagnetischen Ventiles normal arbeitet.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen 3 bis 6 sowie aus der nachstehenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beige-fügte Zeichnung. Darin zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Kraftstoffversorgungssystems einer Brennkraftmaschine, das einen Stromregler für ein elektromagnetisches Ventil hat, an dem das Verfahren nach der Erfindung verwirklicht wird,

Fig. 2 eine Schaltung des Stromsteuerelements des elektromagnetischen Ventils,

Fig. 3 ein Zeitdiagramm der Arbeitscharakteristika des Stromreglers des elektromagnetischen Ventils,

Fig. 4 ein Flußdiagramm eines Ablaufes der Detektion der Abnormalität,

Fig. 5 ein Diagramm der Arbeitscharakteristika eines proportionalen elektromagnetischen Ventils zur Regelung einer Luftzufuhr,

Fig. 6 ein Diagramm des Zusammenhangs zwischen dem Leistungsverhältnis (Tastverhältnis) *DOUTA* und der erforderlichen Öffnung bzw. des Erregerstroms (*ICMD*) des proportionalen elektromagnetischen Ventils, und

Fig. 7 eine Ansicht zur Verdeutlichung einer Tabelle des Leistungsverhältnisses *DOUTA* und des vorausgesagten Reglerstroms *IACICAL*.

Fig. 1 zeigt ein Kraftstoffversorgungssystem für eine Brennkraftmaschine, bei dem das Verfahren nach der Erfindung zur Anwendung kommt. Die Brennkraftmaschine, die mit 1 bezeichnet ist, ist beispielsweise eine Vierzylinder-Brennkraftmaschine und hat eine Einlaßleitung 2, die mit dieser verbunden ist. Die Einlaßleitung 2 ist an einer Stelle längs ihrer Länge mit einem Drosselkörper (Drosselventil) 3 versehen, in dem eine Drosselklappe 3' untergebracht ist. Ein Drosselklappenöffnungs-Sensor 4 ist mit der Drosselklappe 3' verbunden, um die ermittelte Öffnung der Drosselklappe 3' in ein elektrisches Signal umzuwandeln, das von dem Drosselklappenöffnungs-Sensor 4 einer elektronischen Regeleinrichtung (nachstehend als "ECU" bezeichnet) 5 angelegt wird.

Ein Kraftstoffeinspritzventil 6 für jeden Brennkraftmaschinenzylinder ist in der Einlaßleitung 2 zwischen der Brennkraftmaschine 1 und dem Drosselkörper 3 an einer Stelle etwas stromauf des Einlaßventils (nicht gezeigt) jedes Zylinders vorgesehen. Jedes Kraftstoffeinspritzventil 6 ist mit einer Kraftstoffpumpe (nicht gezeigt) verbunden und elektrisch mit der ECU 5 verbunden. Die Zeitdauer, während der jedes Kraftstoffeinspritzventil 6 geöffnet wird, um Kraftstoff einzuspritzen, wird mit Hilfe eines Signals der ECU 5 geregelt.

Mit der Einlaßleitung 2 ist zwischen dem Kraftstoffeinspritzventil 6 und dem Drosselkörper 3 ein Ende eines Luftkanals 11 verbunden, welcher das Innere der Einlaßleitung 2 in Verbindung mit der Umgebung bringt. Das andere Ende des Luftkanals 11 ist zur Atmosphäre hin offen und hat einen Luftfilter 12, der an dieser angebracht ist. In dem Luftkanal 11 ist an einer Stelle längs seiner Länge ein proportionales elektromagnetisches Ventil 13 angeordnet, das zur Regelung der der Brennkraftmaschine 1 zugeführten Zusatzluft bestimmt ist. Das proportionale elektromagnetische Ventil 13 ist im Grundzustand geschlossen und umfaßt einen Ventil-

körper 13a, der kontinuierlich den Öffnungsbereich (Öffnungsfläche) des Luftkanals 11 ändern kann, ferner eine Feder 13b, die den Ventilkörper 13a in Schließrichtung vorbelastet, und einen Elektromagneten 13c, der im Erregungszustand den Ventilkörper 13a in Öffnungsrichtung entgegen der Kraft der Feder 13b bewegt.

Der dem Elektromagneten 13c des proportionalen elektromagnetischen Ventils 13 zugeführte Erregerstrom wird durch die ECU 5 derart geregelt, daß die Drehzahl der Brennkraftmaschine 1 eine gewünschte Leerlaufdrehzahl einnimmt, die in Abhängigkeit von dem Betriebszustand und der Belastung der Brennkraftmaschine 1 vorgegeben ist. Ein Stromsteuerelement 15 für das elektromagnetische Ventil 13 ist elektrisch mit dem Elektromagneten 13c verbunden, um den Elektromagneten 13c mit einem Strom zu erregen, der dem Leistungsverhältnis eines Leistungsverhältnisregelsignals entspricht, das von der ECU 5 kommt.

Ein Absolutdruck Sensor 8 ist mit der Einlaßleitung 2 über eine Leitung 7 an einer Stelle stromab der Drosselklappe 3' des Drosselkörpers 3 verbunden. Ein elektrisches Signal, das den Absolutdruck in der Einlaßleitung 2 stromab des Drosselkörpers 3 angibt, wird von dem Absolutdrucksensor 8 erzeugt und an die ECU 5 abgegeben.

Die Brennkraftmaschine 1 hat einen Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperatursensor (nachstehend bezeichnet als "Tw-Sensor") 9, der am Motorblock vorgesehen ist. Der Tw-Sensor 9, der als eine Komponente einen Thermistor aufweist, ist an der Umfangswand eines Zylinders angebracht, die mit Brennkraftmaschinenkühlmittel gefüllt ist, und liefert an die ECU 5 ein elektrisches Signal, das die ermittelte Kühlmitteltemperatur angibt. Ein Brennkraftmaschinendrehzahlsensor (nachstehend bezeichnet als Ne-Sensor) 10 ist der Brennkraftmaschinennockenwelle oder der Kurbelwelle zugewandt angeordnet, wobei dies nicht gezeigt ist. Der Ne-Sensor 10 gibt ein Kurbelwinkelpositionssignal (nachstehend bezeichnet als "TDC"-Signal) bei einer vorbestimmten Kurbelwinkelposition jedesmal dann ab, wenn die Kurbelwelle sich um 180° gedreht hat. Insbesondere wird dieses Signal an einer Kurbelwinkelposition abgegeben, an der ein vorbestimmter Kurbelwinkel vor dem oberen Totpunkt (TDC) zu Beginn des Saughubes jedes Zylinders erreicht wird. Das TDC-Signal wird an die ECU 5 abgegeben. Auch sind mit der ECU 5 weitere Parametersensoren 14, wie ein Atmosphärendrucksensor, verbunden. Diese Parametersensoren 14 liefern der ECU 5 mit ihren Ausgabesignalen Größen, die die jeweils erfaßten speziellen physikalischen Größen darstellen.

Die ECU 5 weist eine Eingangsschaltung 5a auf, welche die Wellenformen der Eingangssignale der verschiedenen Sensoren bildet, die Spannungspegel der Eingangssignale von anderen Sensoren auf einen vorbestimmten Pegel verschiebt und die Werte der Analogsignale von den anderen Sensoren in digitale Signalwerte umwandelt. Ferner weist die ECU 5 eine zentrale Verarbeitungsschaltung (nachstehend als "CPU") 5b, eine Speichereinrichtung 5c zum Speichern der verschiedenen arithmetischen Programme, die mittels der CPU 5b ausgeführt werden, sowie einen Speicher zum Speichern der Ergebnisse der Ermittlungen und eine Abgabeschaltung 5d auf, die den Kraftstoffeinspritzventilen 6 Treibersignale liefert.

Jedesmal, wenn das TDC-Signal anliegt, ermittelt die CPU 5b die Kraftstoffeinspritzperiode $TOUT$ der Kraftstoffeinspritzventile 6 unter Verwendung der fol-

genden Gleichung, basierend auf den Brennkraftmaschinenparametersignalen, die von den verschiedenen Sensoren abgegeben und zur CPU 5b über die Eingangsschaltung 5a übertragen werden:

$$TOUT = T_i \times K_1 + K_2 \quad (1)$$

wobei T_i einen Basiswert der Kraftstoffeinspritzperiode darstellt, während der das Kraftstoffeinspritzventil 6 Kraftstoff einspritzt. Der Wert von T_i wird in Abhängigkeit von der Brennkraftmaschinendrehzahl N_e und dem Absolutdruck PBA in der Brennkraftmaschineneinlaßleitung bestimmt. K_1 und K_2 stellen Korrekturkoeffizienten und Korrekturvariable dar, die auf der Basis der vorbestimmten Gleichungen, basierend auf den Brennkraftmaschinenparametersignalen der vorstehend genannten Sensoren, ermittelt werden, so daß diese Charakteristika der Brennkraftmaschine, wie die Startbarkeit, die Emissionscharakteristika, der Kraftstoffverbrauch und das Beschleunigungsverhalten optimiert werden, die einen Beitrag zu den Brennkraftmaschinenbetriebsbedingungen leisten.

Die CPU 5b liefert jedem Kraftstoffeinspritzventil 6 ein Treibersignal über die Ausgangsschaltung 5d, um das Kraftstoffeinspritzventil 6 während der Kraftstoffeinspritzperiode $TOUT$ zu öffnen, die man auf die vorstehend beschriebene Weise erhält.

Wenn die Brennkraftmaschine 1 im Leerlauf ist, sowie wenn der Drosselklappenöffnungssensor 4 ermittelt, daß das Drosselventil vollständig geschlossen ist, liefert die CPU 5b dem Elektromagneten 13c des proportionalen elektromagnetischen Ventils 13 einen Strom von einer Batterie 16 in (Fig. 1), der nach Maßgabe des Stromsteuerelement 15 auf der Basis der Brennkraftmaschinenparametersignale der verschiedenen Sensoren geregelt wird, die über die Eingangsschaltung 5a anliegen, und zwar jedesmal dann, wenn ein Unterbrechungssignal von dem Zeitgeber zu vorbestimmten Zeitintervallen ausgegeben wird.

Fig. 2 ist ein Schaltplan des Stromsteuerelement 15 für das elektromagnetische Ventil 13. Die Funktion dieser Schaltung wird nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeitdiagramme in Fig. 3 erläutert.

Das Stromsteuerelement 15 weist einen Komparator 21, einen Verstärker 22 und Darlingtongeschaltete Transistoren Tr_1 , Tr_2 auf, die als Stromregelmente dienen. Ein Leistungsverhältnis bzw. Tastverhältnisregelsignal $DOUTA$, das von der ECU 5 an dem Stromregler 15 anliegt, ist ein gepulster Strom von der Form, die bei (a) in Fig. 3 gezeigt ist. Der gepulste Strom wird dem Kompensator 21 eingegeben, der derart beschaffen und ausgelegt ist, daß er eine Hochpegelbasisspannung an den Transistor Tr_1 über einen Basiswiderstand rb anlegt, wenn der gepulste Strom einen hohen Wert hat und daß an den Transistor Tr_1 ein Niederpegelbasissignal über den Basiswiderstand rb angelegt wird, wenn der gepulste Strom einen niedrigen Wert hat. Wenn daher der gepulste Strom von der ECU 5 einen hohen Pegel (z. B. während der Zeitdauer t_1 bis t_2 in (a) von Fig. 3) hat, werden beide Transistoren Tr_1 , Tr_2 eingeschaltet, so daß ein Strom vom positiven Pol der Batterie 16 in den Elektromagneten 13c des proportionalen elektromagnetischen Ventils 13 als ein momentaner Strom I_{ACT} fließt. Dieser momentane Strom I_{ACT} fließt über den Transistor Tr_2 und den Emitterwiderstand Stromfühlelement re zur Masse. Der momentane Strom I_{ACT} steigt allmählich mit einer vorbestimmten Zeitkonstante beispielsweise in dem Zeitraum von t_1 zu

t2 an, wie das mit (b) in Fig. 3 gezeigt ist, und zwar infolge der Selbstinduktivität des Elektromagneten 13c. Wenn dann der gepulste Strom von der ECU 4 den niedrigen Pegel (beispielsweise zur Zeit t2 in (a) in Fig. 3) annimmt, fällt die Basisspannung des Transistors Tr1 auf den niedrigen Pegel. Wenn jedoch der momentane Strom IACT, der im Elektromagneten 13c fließt, eine große Stärke hat, wie bei t2 in (b) in Fig. 3 gezeigt, benötigt die Spannung an einer den Transistor schützenden Zenerdiode D Zeit, um unter eine Sperrspannung zu fallen. Daher nimmt der momentane Strom IACT allmählich vom Zeitpunkt t2 zum Zeitpunkt t3 ab, wie dies in (b) von Fig. 3 gezeigt ist. Dies bedeutet, daß der momentane Strom IACT, der im Elektromagneten 13c fließt, eine dreieckige Wellenform von der Form hat, die in (b) in Fig. 3 gezeigt ist, die von dem Impulsstrom abhängig ist, der eine Rechteckwellenform hat, wie dies in (a) in Fig. 3 gezeigt ist. Dieser Strom wird von der ECU 5 an das Stromsteuerelement 15 angelegt. Die Periode des gepulsten Stromes von der ECU 5 ist jedoch auf einen solchen Wert gesetzt, daß der momentane Wert IACT eine Periode hat, die kürzer als die Ansprechzeitverzögerung des Ventilkörpers 13a ist, der in Fließrichtung durch die Feder 13b vorbelastet ist. Als Folge hiervon erfährt der Hub des proportionalen elektromagnetischen Ventils 13 eine ruckfreie, äußerst kleiner Änderung ohne eine stärkere Fluktuation, wie dies in (d) von Fig. 3 gezeigt ist. Die am Emitterwiderstand re erzeugte Spannung Ve wird, durch einen Kondensator C geglättet und dann mit Hilfe des Verstärkers 22 verstärkt, bevor sie an die ECU 5 als Spannung VA/D angelegt wird, wie dies in (c) von Fig. 3 gezeigt ist. Die ECU 5 setzt einen Sollwert des Stromes, der dem Elektromagneten 13c zugeführt wird, und zwar entsprechend der gewünschten Leerlaufzahl, die in Abhängigkeit von den Betriebsbedingungen der Brennkraftmaschine 1 und der Brennkraftmaschinenbelastung vorgegeben wird, wie z. B. ein elektrischer Verbraucher hierfür. Die ECU 5 variiert auch in Abhängigkeit des Spannungswertes VA/D das Leistungsverhältnis DOUTA des dem Komparator 21 zugeführten Stroms, so daß man eine Rückführungsregelung auf eine solche Weise erhält, daß der dem Elektromagneten 13c zugeführte Stromwert gleich seinem Sollwert wird.

Das proportionale elektromagnetische Ventil 13 ist derart beschaffen und ausgelegt, daß der Hub des Ventilkörpers 13a annäherungsweise proportional zum Stromwert mit der Zeit ansteigt, so daß der momentane Strom IACT, der den Elektromagneten 13c erregt, von einem vorbestimmten Wert IACT1 (z. B. 200 mA) zu einem vorbestimmten Wert IACT2 (z. B. 700 mA) übergeht. Da jedoch der Ventilkörper 13a mittels der Feder 13b mit einer Druckkraft beaufschlagt ist, wenn sich das elektromagnetische Ventil 13 im Schließzustand befindet, bleibt dieses im Schließzustand, bis der momentane Strom IACT, der den Elektromagneten 13c erregt, den vorbestimmten Wert IACT1 überschreitet, wie dies in Fig. 5 gezeigt ist. Wenn daher die Brennkraftmaschine 1 sich in einem solchen Betriebszustand befindet, daß eine Regelung des proportionalen elektromagnetischen Ventils 13 erforderlich ist, gibt die ECU 4 konstant einen gepulsten Strom mit einem Tastverhältnis Do aus, bei dem der Strom, der momentan in dem Elektromagneten 13c fließt, einen minimalen Wert hat, der IACT1 entspricht, und zwar selbst dann, wenn die erforderliche Öffnung des elektromagnetischen Ventils 13 Null ist, d. h. daß sich dieses im vollständig geschlossenen Zustand befindet. Die ECU 5 führt dies aus, indem die Um-

wandlungstabelle nach Fig. 6 angewandt wird, so daß die Regelung sofort ausgeführt werden kann. Selbstverständlich ist, wie in Fig. 5 gezeigt ist, der Hub des Ventilkörpers 13a eine Hysterese bezüglich des momentanen Stroms IACT zwischen dem ansteigenden Hub und dem fallenden Hub des Ventilkörpers 13a unterworfen. Der Grund für diese magnetische Hysterese des Kerns ist der Elektromagnet 13c sowie die magnetische Reibung darin.

Der elektrische Widerstand des Elektromagneten 13c des proportionalen elektromagnetischen Ventils 13 steigt an, wenn die Magnettemperatur infolge seiner eigenen elektrischen Erwärmung und der von der Brennkraftmaschine 1 aufgenommenen Erwärmung ansteigt. Die Temperatur des Elektromagneten 13c wird im wesentlichen konstant und somit auch ihr elektrischer Widerstand, wenn ein Gleichgewichtszustand erreicht ist, bei dem die von den Wärmequellen, wie der Brennkraftmaschine 1, aufgenommene Wärmemenge gleich der abgegebenen Wärmemenge wird. Da jedoch die Magnettemperatur und somit sein elektrischer Widerstand ansteigt, bis dieser Gleichgewichtszustand erreicht ist, schwankt der momentane Strom IACT und bewirkt eine Veränderung der Hubhöhe, so daß der momentane Strom IACT nicht mit dem erforderlichen Stromwert ICMD übereinstimmt, der der erforderlichen Öffnung des elektromagnetischen Ventils 13 entspricht. Die ECU 5 erfaßt daher den momentanen Strom IACT aus der vorstehend genannten Spannung VA/D, und, um einen Unterschied zwischen dem erfaßten Wert des momentanen Stroms IACT und dem erforderlichen Stromwert ICMD auszugleichen, erfolgt eine Ermittlung des Wertes des Stromes, der am Elektromagneten 13c anliegt, zum Modifizieren des Tastverhältnisses DOUTA des ausgegebenen gepulsten Stromes mittels einer Rückführung entsprechend der Versetzung. Die ECU 5 kann somit die Hubgröße des proportionalen elektromagnetischen Ventils 13 regeln.

Wenn eine Unterbrechung zwischen dem Stromsteuerelement 15 und dem Elektromagneten 13c an einem Punkt A in der Schaltung nach Fig. 2 auftreten sollte, werden ein durch die Zenerdiode D fließender Strom iD und der Kollektorstrom ic des Transistors Tr2 beide Null (iD = 0, ic = 0). Der Basisstrom ib der jeweiligen Transistoren Tr1, Tr2 wird daher etwa gleich einem Wert, den man erhält, wenn man einen Spannungswert, den man als Ergebnis einer Subtraktion des zweifachen Basismitterspannungsabfalles vbe der Transistoren Tr1, Tr2 von der Abgabespannung vo des Komparators 21 (d. h. der Abgabespannung der Batterie 16) erhält durch die Summe der Widerstandswerte der Basiswiderstands rb und des Emitterwiderstands re dividiert, wie dies in der folgenden Gleichung (1) angegeben ist:

$$ib = \frac{vo - vbe \times 2}{rb + re} \quad (1)$$

Da der im Emitterwiderstand re fließende Strom gleich dem Basisstrom ib wird, erhält man die am Emitterwiderstand re erzeugte Spannung ve nach Maßgabe der folgenden Gleichung (2):

$$ve = ib \cdot re \quad (2)$$

Somit kann man die Spannung VA/D, die an der ECU 5 anliegt aus den Gleichungen (1) und (2) erhalten, indem man folgende Gleichung (3) anwendet, vorausgesetzt, daß der Verstärkungsgrad des Verstärkers 22 auf

die folgende Weise ausgedrückt ist:

$$G[-(r_1 + r_2)/r_2]:$$

$$VA/D = G \cdot ve \approx G \cdot \frac{vo - vbe \times 2}{rb + re} \cdot re \quad (3)$$

Wenn daher eine Unterbrechung an der Stelle A in Fig. 2 auftritt, kann die ECU 5 den momentanen Strom *I*ACT ermitteln, indem die Eingangsspannung *V*A/D detektiert wird, die mit der Gleichung (3) ausgedrückt ist. Nachstehend wird der momentane Strom, der bei der Unterbrechung vorherrscht, als *I*ACTOP bezeichnet. Zusätzlich sind die Werte des Basiswiderstands *rb* und des Emitterwiderstands *re* derart gesetzt, daß *I*ACTOP einen Wert (z. B. 40 mA) erreicht, der kleiner als der vorbestimmte Wert *I*ACT1 ist. Wie vorstehend angegeben ist, ist die Auslegung auch derart getroffen, daß im Elektromagneten 13c ein Strom (z. B. *I*ACT1 = 200 mA), der größer als der Wert von *I*ACTOP ist, fließt, wenn das proportionale elektromagnetische Ventil 13 normal arbeitet. Wenn daher die ECU 5 ermittelt, daß der momentane Strom *I*ACT etwa gleich dem Wert von *I*ACTOP wird, detektiert die ECU 5 in Wirklichkeit das Auftreten einer Unterbrechung.

Wenn andererseits die Stelle A zwischen dem Stromsteuerelement 15 und dem Elektromagneten 13c mit Masse kurzgeschlossen ist, wird der Basisstrom *i*b jedes Transistors *Tr*1 und *Tr*2 Null (*i*b = 0), da der zweimalige Basisemitterspannungsabfall *v*be der Transistoren *Tr*1, *Tr*2 größer als der Spannungsabfall *v*D an der Zenerdiode *D* ist. In anderen Worten bedeutet dies, daß der gesamte Strom von dem Komparator 21 an der Stelle A über die Zenerdiode *D* nach Masse abfließt. Selbstverständlich ist der Strom *i*D gleich einem Wert, der das Ergebnis der Subtraktion des Spannungsabfalles an der Zenerdiode *D* von der Abgabespannung *v*o des Komparators 21 dividiert durch den Wert des Basiswiderstandes *rb*, d. h. *i*D = (*v*o - *v*D)/*rb*, ist. Ferner wird der Kollektorstrom *i*c des Transistors *Tr*2 gleich Null (*i*c = 0). Folglich erhält man die an der ECU 5 angelegte Spannung *V*A/D nach Maßgabe der folgenden Gleichung (4), wobei der Wert gleich Null ist, da *i*b = 0:

$$A/D = G \cdot i_b \cdot re = 0 \quad (4)$$

Wenn daher an der Stelle A in Fig. 2 ein Kurzschluß (mit Masse) auftritt, wird die ECU 5 den momentanen Wert *I*ACT (= 0) dadurch ermitteln, daß die Eingangsspannung *V*A/D gemäß der Gleichung (4) detektiert wird. Da ein Strom (*I*ACT1) immer durch den Elektromagneten 13c in gewissem Masse fließen wird, wenn das proportionale elektromagnetische Ventil 13 normal arbeitet, wie dies vorstehend angegeben ist, ermittelt die ECU 5 in Wirklichkeit den Kurzschluß (mit Masse), wenn sie ermittelt, daß der momentane Strom *I*ACT etwa gleich Null geworden ist.

Nachstehend wird die Art und Weise beschrieben, mit der die ECU 5 eine Verarbeitung zur Abnormalitätsdetektion ausführt, und zwar unter Bezugnahme auf das Flußdiagramm nach Fig. 4.

Zuerst geht im Schritt 1 gemäß dem Flußdiagramm die ECU 5 in die DOUTA-IACTCAL-Tabelle nach Fig. 7, um einen Wert des Stromes *I*ACTCAL auszuwählen, der für den Elektromagneten 13c vorbestimmt ist. Die Werte des Stromes *I*ACTCAL in der Tabelle sind in einem Bereich gesetzt, der eingenommen wird, wenn das Stromsteuerelement 15 des elektromagnetischen

Ventiles 13 normal arbeitet. In einem Schritt 2 des Flußdiagrammes bestimmt dann die ECU 5, ob der detektierte momentane Stromwert *I*ACT etwa gleich dem vorausgesagten Stromwert *I*ACTCAL ist, insbesondere, ob der Wert *I*ACT in den Bereich zwischen den unterbrochenen Linien in Fig. 7 fällt. Wenn die im Schritt 2 durchgeführte Entscheidung JA ergibt, d. h. wenn das Stromsteuerelement 15 des elektromagnetischen Ventils 13 normal arbeitet, dann wird der Verarbeitungsablauf mit einem Schritt 3 fortgesetzt, an dem ein vorbestimmter Zeitwert (*T*FS, z. B. 10 Sekunden) in einen *t*FS-Zeitgeber gesetzt wird, dessen Zustand im nachstehenden Schritt 4 abgefragt wird. Der vorliegende Ablauf endet mit der Ausführung des Schritts 3.

Wenn man im Schritt 2 die Antwort NEIN erhält, dann wird im Schritt 4 bestimmt, ob der Status des *t*FS-Zeitgebers Null ist. Wenn die Antwort NEIN ist, dann ist der Verarbeitungsablauf der ECU 5 beendet. Als Folge wird die Entscheidung über die Tatsache, daß ein abnormaler Zustand aufgetreten ist, aufgeschoben, bis die vorbestimmte Zeit *T*FS von der JA-Entscheidung abgelaufen ist, die im Schritt 2 durchgeführt wurde, um abzuschätzen, daß das Stromsteuerelement 15 des elektromagnetischen Ventils 13 normal arbeitet.

Wenn die im Schritt 4 erhaltene Antwort JA ist, wird der Verarbeitungsablauf mit einem Schritt 5 fortgesetzt, indem eine Anzeige dahingehend erfolgt, daß ein Fehler in der Treiberschaltung des proportionalen elektromagnetischen Ventils 13 aufgetreten ist. Hieran schließt sich ein Schritt 6 an, in dem die ECU 5 bestimmt, ob der detektierte momentane Stromwert *I*ACT größer als ein vorbestimmter Stromwert *I*ACTFS (z. B. 30 mA) ist, der kleiner als der vorbestimmte Stromwert *I*ACTOP ist, der zum Zeitpunkt eines Kurzschlusses herrscht. Wenn das Ergebnis der Entscheidung im Schritt 6 JA wird, dann ist der detektierte Stromwert *I*ACTOP. Dies bedeutet, daß eine Unterbrechung (die in Fig. 4 mit OFFEN bezeichnet ist) z. B. an der Stelle A in Fig. 2 aufgetreten ist. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das proportionale elektromagnetische Ventil 13 durch die Feder 13b geschlossen, so daß die Leerlaufdrehzahl der Brennkraftmaschine 1 abgesenkt wird, wenn eine Unterbrechung auftritt. Da jedoch der Fahrer hierauf reagieren kann, indem das Gaspedal durchgedrückt wird, erfolgt keine Verarbeitung, die sich mit dieser Abnormalität befaßt. Folglich wird von der ECU 5 der Verarbeitungsablauf beendet, sobald man im Schritt 6 die Antwort JA erhält.

Wenn man im Schritt 6 andererseits die Antwort NEIN erhält, dann ist der detektierte momentane Strom Null, was bedeutet, daß ein Kurzschluß mit Masse, z. B. an der Stelle A in Fig. 2, ermittelt wird. Bei der dargestellten Ausführungsform fließt ein Strom in den Elektromagneten 13c direkt (d. h. ohne Anwendung einer Regelung) von der Batterie 16, wenn ein Kurzschluß an der Stelle A auftritt, so daß das proportionale elektromagnetische Ventil 13 seinen vollständig offenen Zustand einnimmt, um die Leerlaufdrehzahl der Brennkraftmaschine 1 zu erhöhen. Für den Fahrer gibt es keine Möglichkeit, auf diese Fehlfunktion zu reagieren. Daher befaßt sich die Verarbeitung mit diesem abnormalen Zustand, ausgehend von dem Schritt 7 aufwärts. Bei diesem Verarbeitungsablauf wird in einem Schritt 7 bestimmt, ob die Brennkraftmaschinenkühlmitteltemperatur *T*w höher als ein vorbestimmter Temperaturwert *T*WFS ist. In einem Schritt 8 wird bestimmt, ob die Brennkraftmaschinendrehzahl *N*e höher als ein vorbestimmter Drehzahlwert *N*EFS ist. Ferner wird in einem

Schritt 9 bestimmt, ob die Drosselklappenöffnung Θ_{TH} gleich Null (vollständig geschlossen) ist. In einem Schritt 10 wird die Absperrung des Kraftstoffs an dem Kraftstoffeinspritzventil 6 ermittelt, wenn die in den Schritten 7, 8 und 9 erhaltenen Antworten JA sind, d. h. wenn keine Gefahr mehr besteht, daß die Brennkraftmaschine 1 durchläuft, um die Kraftstoffabspernung zu bewirken und der Fahrer die Absicht hat, die Brennkraftmaschine 1 zu verlangsamen oder daß diese im Leerlauf fährt, und im Anschluß daran ist der Verarbeitungsablauf beendet. Wenn in irgendeinem der Schritte 7, 8 und 9 eine Antwort NEIN erhalten wird, bedeutet dies, daß die Kraftstoffabspernung ungeeignet ist. Die ECU 5 beendet daher unmittelbar den gegenwärtigen Verarbeitungsablauf, ohne den Schritt 10 auszuführen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Detektieren einer Abnormität in einem elektromagnetischen Ventil angeordneten Stromregler mit einer Stromversorgung, einem proportional steuerbaren elektromagnetischen Ventil, einem von einer Regeleinrichtung angesteuerten Stromsteuerelement zum Regeln des in dem elektromagnetischen Ventil fließenden Stromes in Abhängigkeit von einem Regelsignal, das dem Stromreglelement durch die Regeleinrichtung zugeführt wird, und mit einem Stromfühlelement zur Erfassung eines momentanen Wertes des in dem elektromagnetischen Ventil fließenden Stromes, wobei das dem Stromreglelement zugeführte Steuersignal mittels Rückkopplung in Abhängigkeit von dem durch das Stromfühlelement erfaßten momentanen Wert des in dem elektromagnetischen Ventil fließenden Stromes derart bestimmt wird, daß der momentane Wert des in dem elektromagnetischen Ventil fließenden Stromes sich einem Sollwert annähert, gekennzeichnet durch die folgenden Schritte:

- (a) Prüfen, ob das Steuersignal (DO_{UTA}) und der erfaßte momentane Wert (I_{ACT}) des in dem elektromagnetischen Ventil fließenden Stromes einen vorbestimmten Zusammenhang haben,
- (b) Vergleichen eines Wertes des in dem Stromfühlelement fließenden Stromes mit einem vorbestimmten Wert (I_{ACTFS}), wenn im Schritt a) festgestellt wird, daß das Steuersignal (BO_{UTA}) und der momentane Wert (I_{ACT}) des in dem elektromagnetischen Ventil fließenden Stromes nicht den vorbestimmten Zusammenhang haben, und
- (c) Feststellen, daß eine Unterbrechung oder ein Kurzschluß vorliegt, in Abhängigkeit davon, ob der momentane Wert (I_{ACT}) des in dem Stromfühlelement fließenden Stromes größer oder kleiner gleich als der vorbestimmte Wert (I_{ACTFS}) ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Zusammenhang zwischen dem Steuersignal (DO_{UTA}) und dem momentanen Wert des in dem elektromagnetischen Ventil fließenden Stromes erfüllt ist, wenn der dem elektromagnetischen Ventil zugeordnete Stromregler normal arbeitet.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im Schritt (c) festgestellt wird, daß eine Unterbrechung vorliegt, wenn der mo-

mentane Wert (I_{ACT}) des in dem Stromfühlelement fließenden Stromes größer als der vorbestimmte Wert (I_{ACTFS}) ist, und daß ein Kurzschluß vorliegt, wenn der momentane Wert (I_{ACT}) des in dem Stromfühlelement fließenden Stromes gleich oder kleiner als der vorbestimmte Wert (I_{ACTFS}) ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der vorbestimmte Wert (I_{ACTFS}) des in dem Stromfühlelement fließenden Stromes auf einen Wert eingestellt ist, der kleiner als der bei Unterbrechung auftretende Wert (I_{ACTOP}) ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß eine Unterbrechung festgestellt wird, wenn der Magnet des elektromagnetischen Ventils und das Stromsteuerelement leitungsmäßig voneinander getrennt sind und daß ein Kurzschluß festgestellt wird, wenn die Verbindung des Magneten mit dem Stromsteuerelement zu Masse kurzgeschlossen ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß es zum Regeln der einer Brennkraftmaschine zur Leerlaufregelung zuzuführenden Zusatzluftmenge eingesetzt wird.

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

FIG. 2

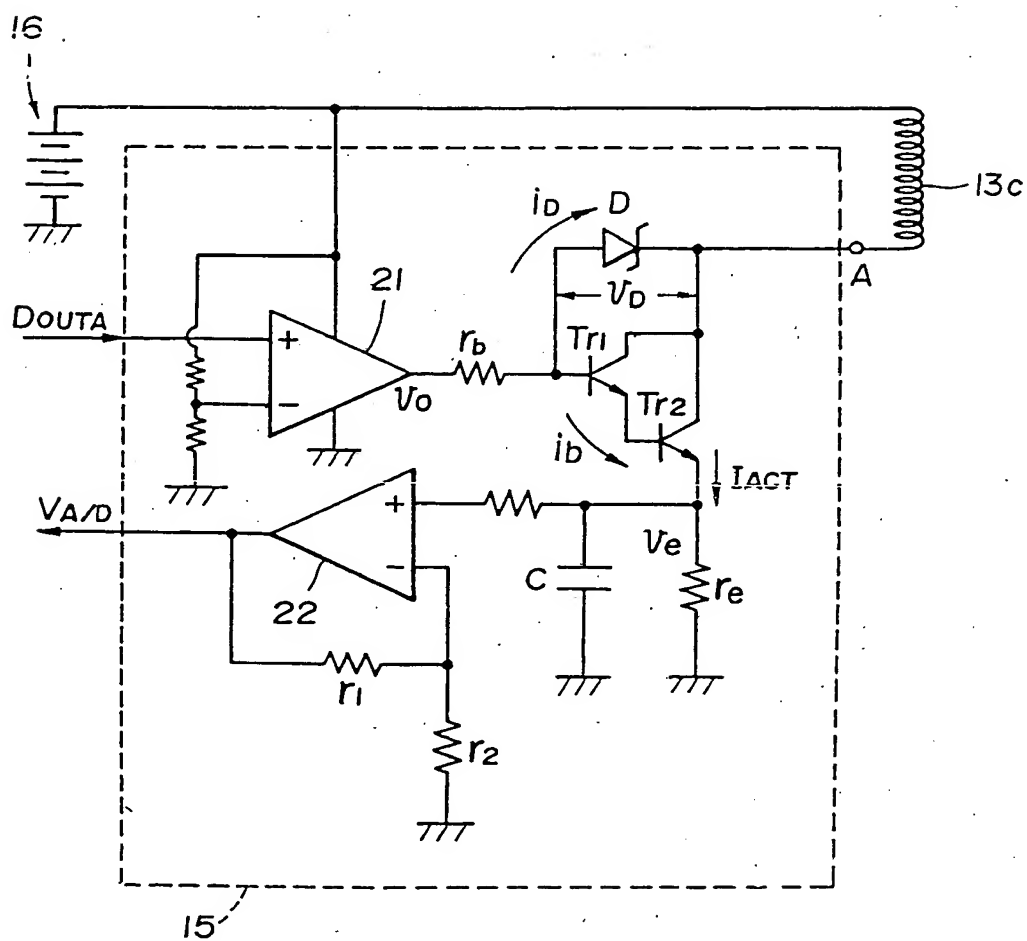


FIG. 3

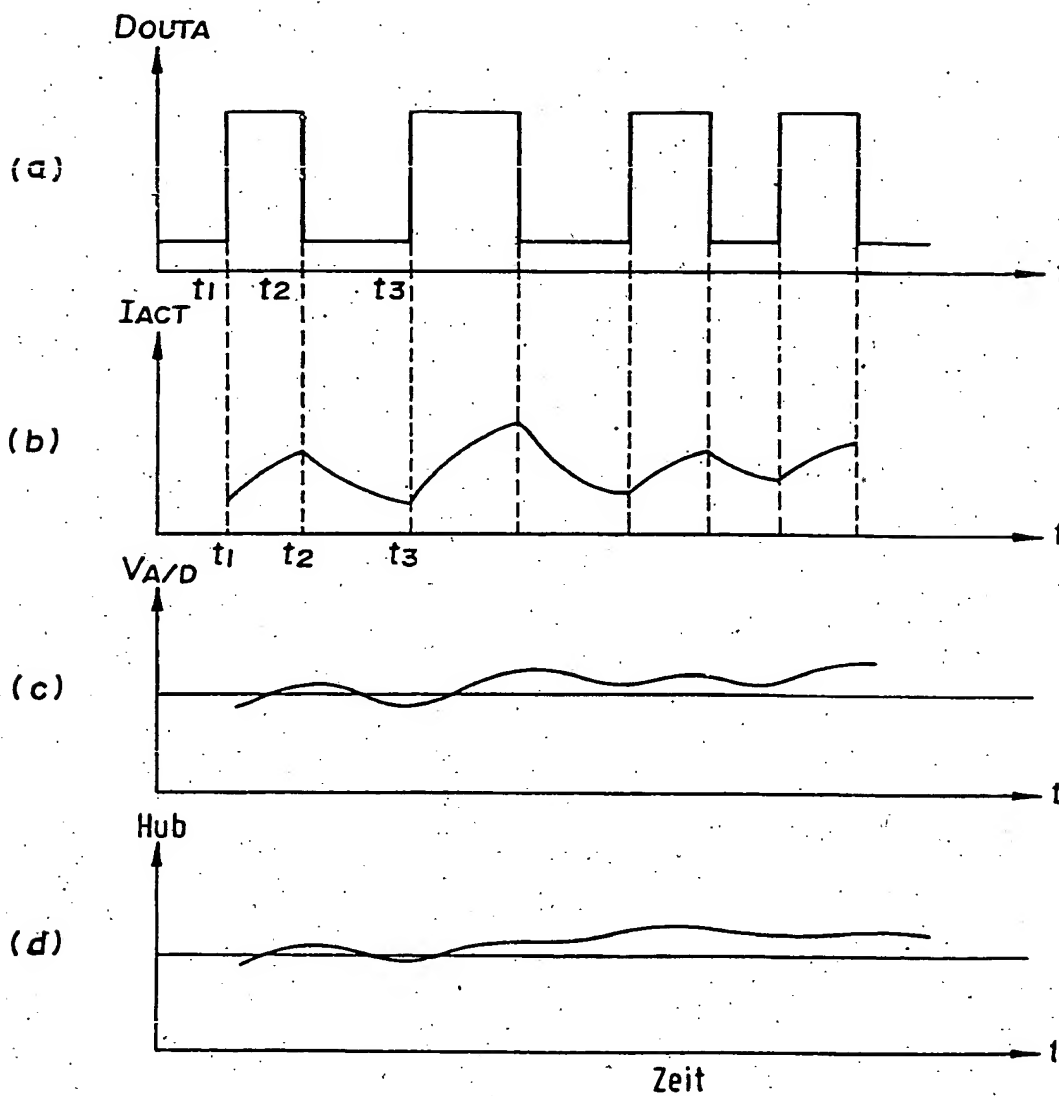


FIG. 4A

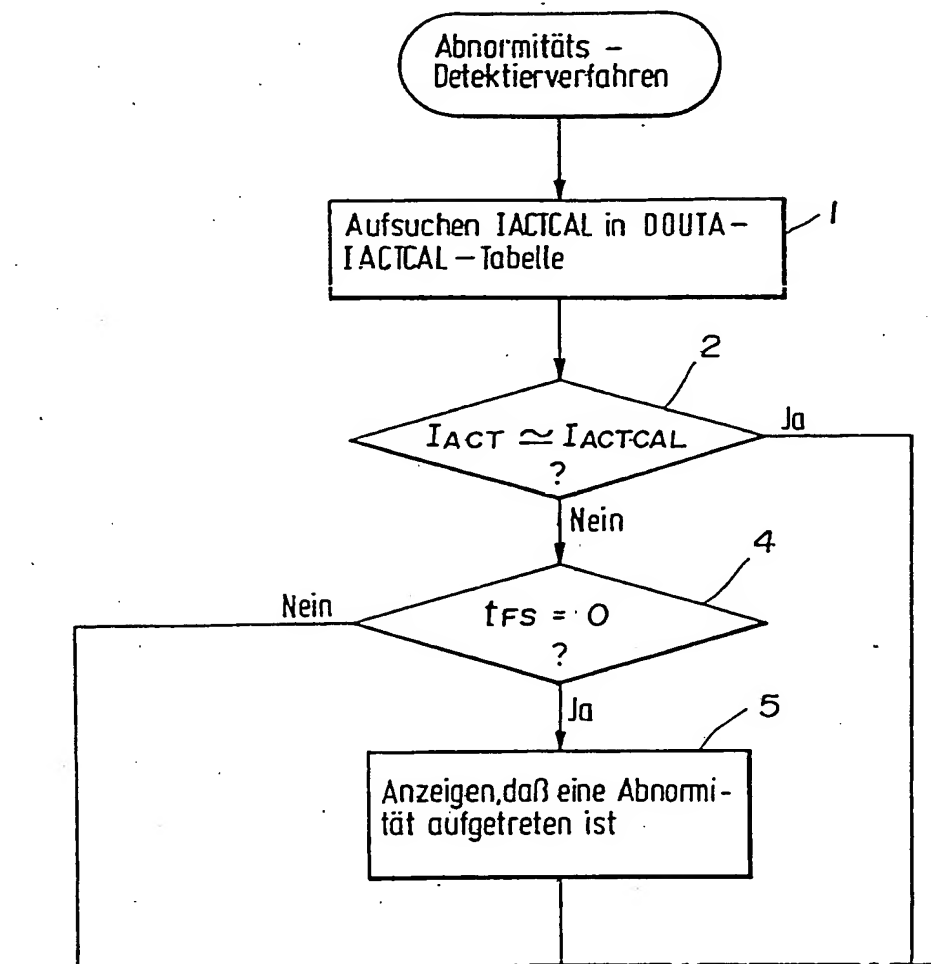


FIG. 4

FIG. 4A

FIG. 4B

FIG. 4B

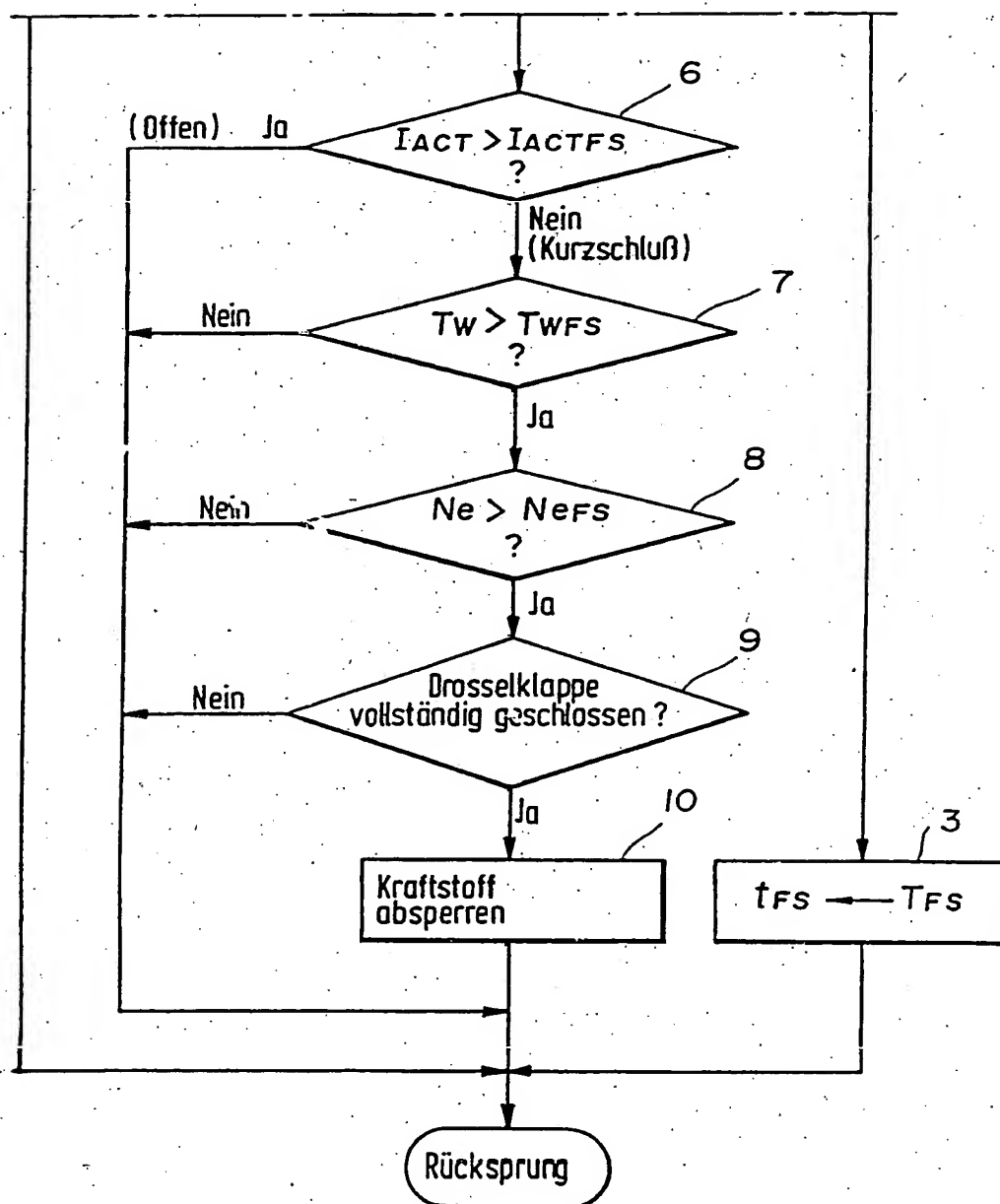


FIG. 5

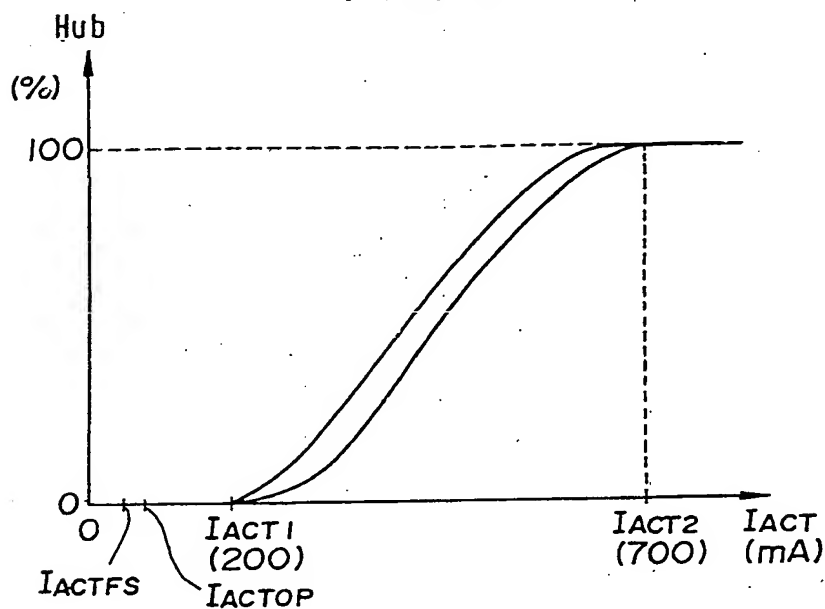


FIG. 6

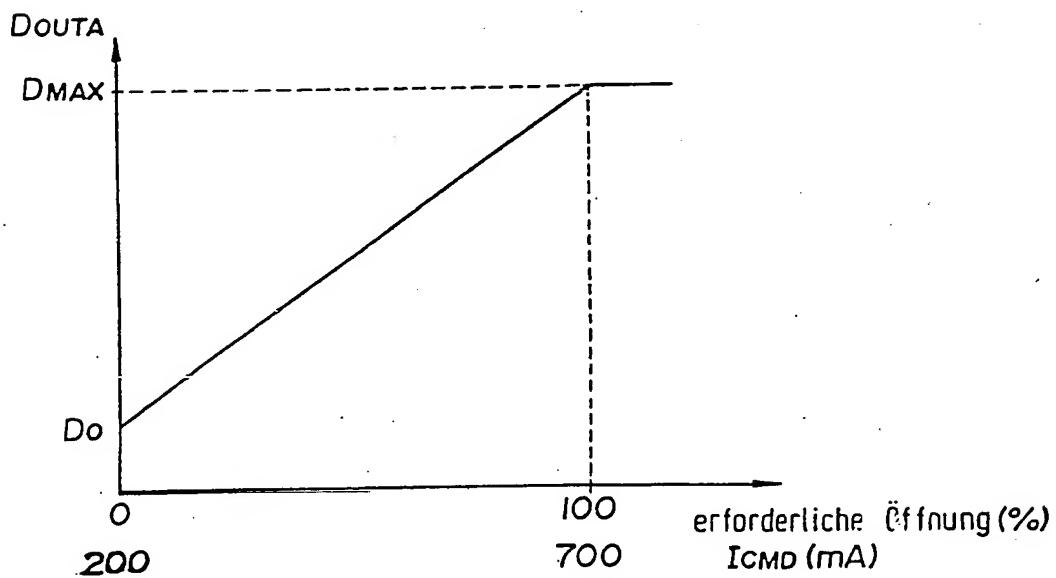
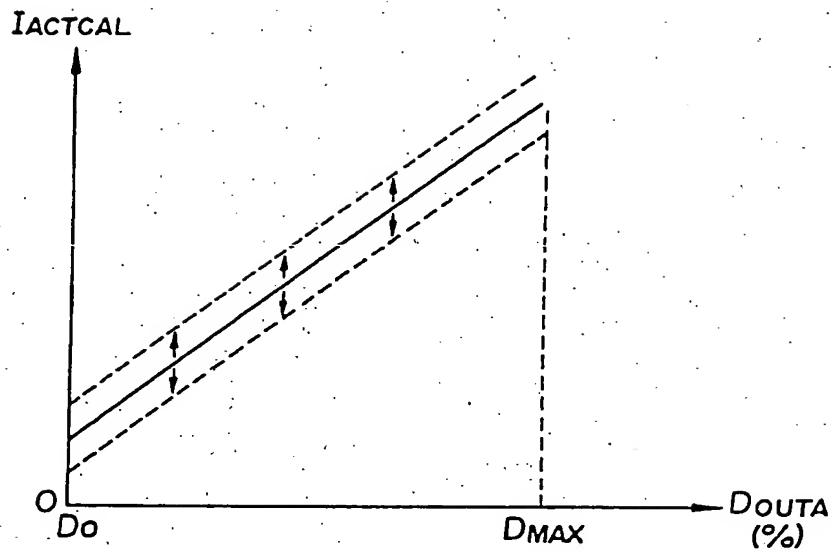


FIG. 7



THIS PAGE BLANK (USPTO)